



Mapa de recursos d'energia renovable

Potencial d'energia solar tèrmica, solar
fotovoltaica i minieòlica

Octubre del 2017





Mapa de recursos

1. Introducció

Barcelona mitjançant el **programa d'impuls a la generació solar** pretén **incrementar les instal·lacions de generació**, tant en coberta de l'Ajuntament com en coberta privada.

Per potenciar la generació en comunitats i cobertes particulars és imprescindible **dotar d'eines a la ciutadania, posar el coneixement i la informació a l'abast de tothom** i, en definitiva, apoderar les persones per treballar tots junts per un mateix objectiu, l'increment d'energia renovable a la ciutat.

Una de les problemàtiques existents és el missatge negatiu que ha envoltat la generació i, en particular, l'autoconsum. Cal tornar a posar en relleu que **aquestes instal·lacions són tècnicament viables**. Cal canviar aquest missatge que ha fet mal al sector.

A més, l'Ajuntament de Barcelona, en aquesta aposta ferma per potenciar la generació, concedeix ajuts importants a la generació, que arriben a cobrir un 60% de la inversió, a més de bonificacions fiscals com per exemple la reducció del 50% de l'IBI durant 3 anys al conjunt d'habitatges d'una comunitat que decideixi incloure solar tèrmica o fotovoltaica a la seva coberta.

Superada la possible trava econòmica i tenint clar que tècnicament una instal·lació de generació és viable, cal posar a l'abast del ciutadà la informació que requereixi. En aquest sentit **l'Ajuntament de Barcelona disposa del mapa de recursos**, on mitjançant el web propi de <http://energia.barcelona/>, **qualsevol persona pot consultar la potència instal·lable en una determinada coberta de la ciutat, així com uns primers valors de generació, inversió i altres qüestions d'interès i relacionades directament amb aquest tipus d'instal·lacions**.

El mapa està disponible a: <http://energia.barcelona/ca/quanta-energia-pots-generar>

Mapa de recursos

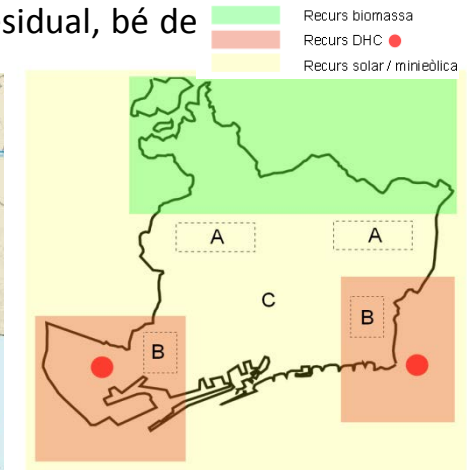
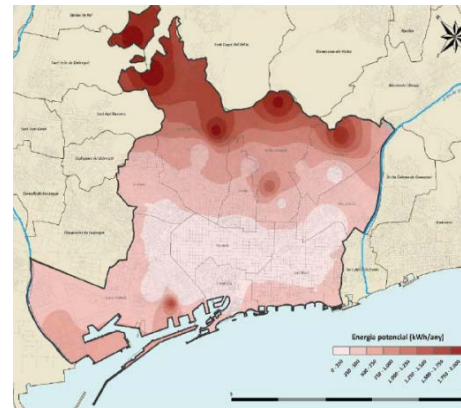
2. Recursos energètics a Barcelona

Barcelona té una posició privilegiada i disposa de recursos renovables, el més important de tots és **el recurs solar**, distribuït uniformement per tota la ciutat i que permet disposar d'aigua calenta mitjançant, per exemple, la instal·lació de panells solars tèrmics o bé d'electricitat, mitjançant les instal·lacions fotovoltaïques.

A banda, però, Barcelona té al seu abast altres recursos, en menor mesura però també aprofitables, com per exemple la biomassa i el vent, així com dos DHC que aprofiten energia residual, bé de de recursos o bé de la regasificadora.

Així doncs, amb caràcter general podem aprofitar:

- La radiació solar
- La biomassa
- El vent
- Altres font d'energia residuals

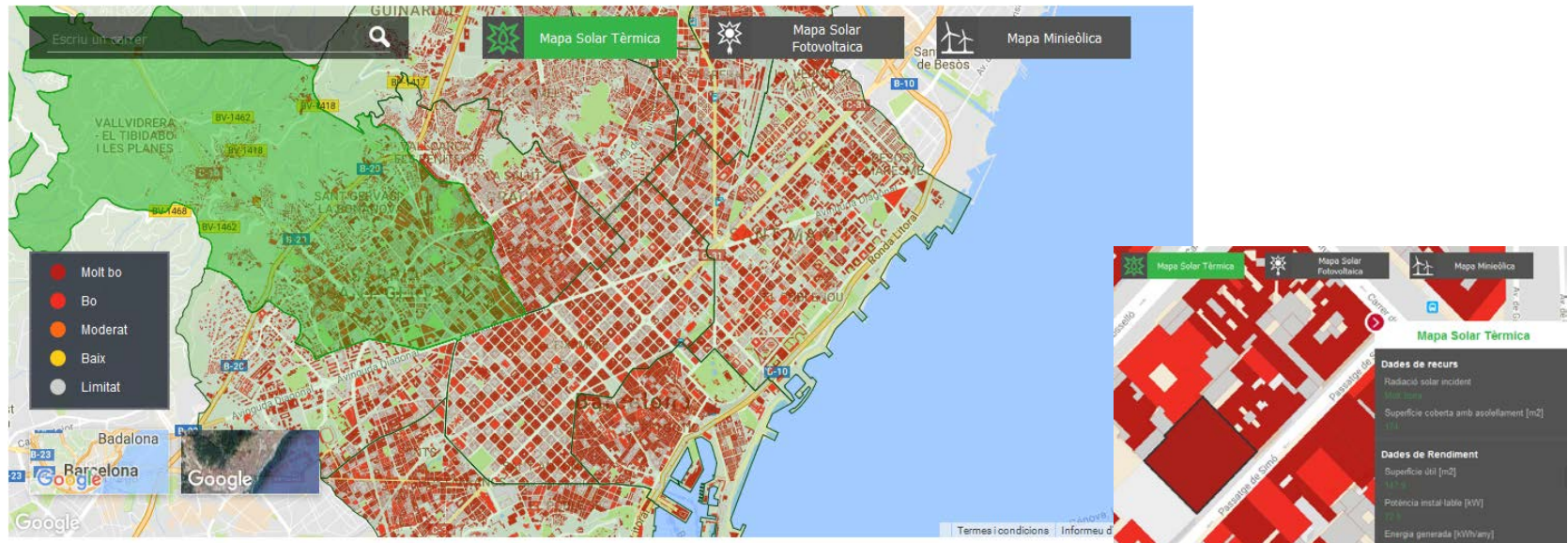


A continuació s'exposen les diferents hipòtesis de càlcul utilitzades en la elaboració dels mapes i quines dades es poden obtenir.

Mapa de recursos

3. Mapa solar tèrmic (1/4)

El mapa solar s'ha elaborat mitjançant un vol *LIDAR* que permet disposar del model de superfície de la ciutat. A partir d'això i encreuant amb el model de radiació global per Barcelona i les parcel·les, s'obté un potencial de ciutat, considerant uns elements de generació amb una eficiència mitjana. Finalment, de cara a la publicació web, s'ha encreuat novament la informació disponible amb el parcel·lari tot eliminant les parcel·les o cobertes molt petites (inferiors a 7 m²).





Mapa de recursos

3. Mapa solar tèrmic (2/4)

El potencial d'energia tèrmica obtingut és a escala de ciutat:

Si es considera la **instal·lació de panells solars a la superfície disponible amb una millor disposició** per aprofitar la radiació solar (la tipologia molt bona), es podria generar mitjançant la instal·lació solar tèrmica **un total de 3.900 GWh/any*** d'energia tèrmica.

Aquesta energia equivaldria al consum de 3.000 piscines com les Picornell.

**Cal tenir en compte que els potencials de solar tèrmica i fotovoltaica no es poden sumar, ja que els potencials estan calculats, en tots dos casos, considerant tota la superfície disponible de cobertes.*

Idoneïtat	Àrea en m²	Nombre d'edificis	Quantitat d'energia en kWh/a
> 20m²			
Molt bona	3.919.864	37.744	3.009.291.956
Bona	1.697.961	15.064	997.883.078
>50 m²			
Molt bona	2.989.809	14.034	2.286.821.899
Bona	1.286.505	5.448	754.706.275
>100 m²			
Molt bona	2.325.576	6.201	1.774.308.740
Bona	995.905	2.534	584.310.440
>250 m²			
Molt bona	1.467.368	1.832	1.118.665.258
Bona	600.969	801	352.661.210
>500 m²			
Molt bona	899.110	597	687.257.926
Bona	307.947	223	179.932.202



Mapa de recursos

3. Mapa solar tèrmic ^(3/4)

En l'elaboració del mapa web que hi ha actualment s'han utilitzat diferents hipòtesis de càlcul:

S'ha treballat només amb les superfícies: "Molt bona", "Bona", "Moderada". Cadascuna d'aquestes àrees implica una superfície de màxima insolació.

- Molt bona: 95%-100% de la superfície té insolació contínua
- Bona: 80-94% de la superfície té insolació contínua
- Moderada: 70-79% de la superfície té insolació contínua

Mitjançant un codi de colors es pot disposar d'una idea ràpida del potencial de la coberta que ens interessa. Tot i així, el mapa mostra altres dades interessants si es clica sobre la parcel·la específica que es vulgui conèixer.

La informació que s'obté del mapa per a cadascuna de les parcel·les és:

- <u>Dades de recurs</u>	
✓ Radiació solar incident	
✓ Superfície coberta amb assolellament [m2]	
- <u>Dades de Rendiment</u>	
✓ Superfície útil [m2]	✓ Estalvi emissions gasos efecte hivernacle [kgCO2eq/any]
✓ Potència instal·lable [kW]	✓ Inversió estimada [€]
✓ Energia generada [kWh/any]	✓ Cost manteniment estimat [€/any]
✓ Cobertura ACS del conjunt d'habitatges de l'escala	✓ Estalvi econòmic estimat [€/any]



Mapa de recursos

3. Mapa solar tèrmic (4/4)

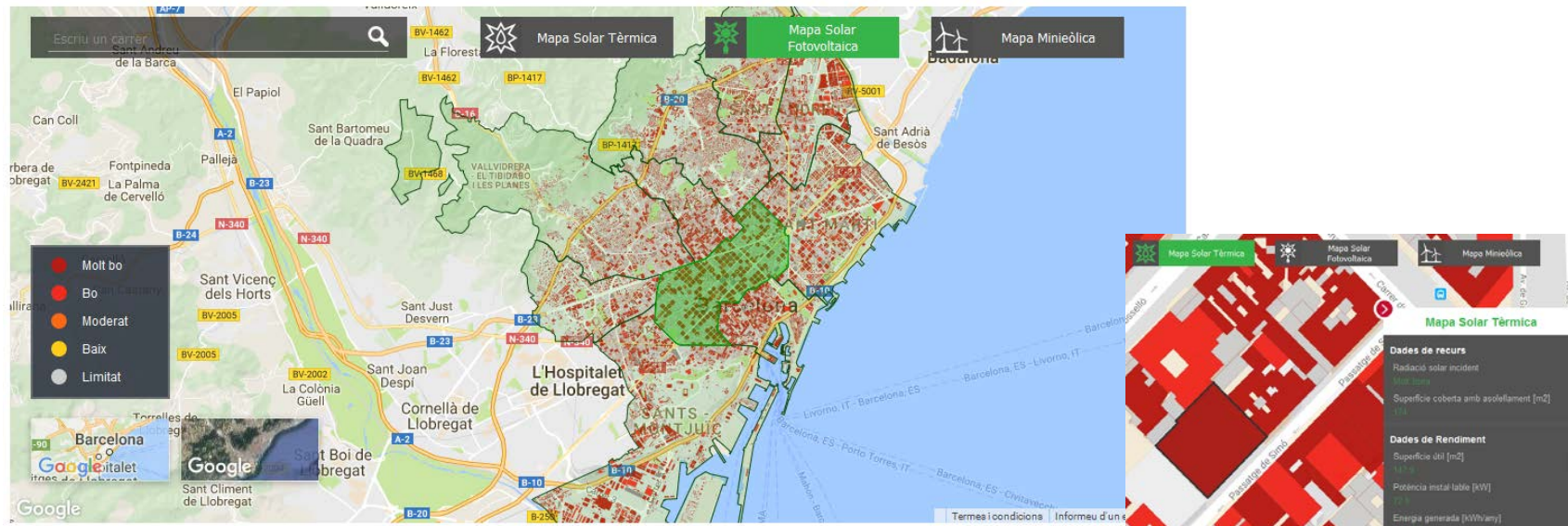
En els càlculs per parcel·la s'han considerat les hipòtesis de càlcul següents:

- ✓ No s'han considerat parcel·les de cobertes amb una superfície total inferior als 7 m².
- ✓ En tots els casos s'ha treballat amb valors mitjans de la superfície total amb una insolació que es considera com a útil del 85%.
- ✓ La potència instal·lable s'obté d'un coeficient multiplicador de 0,49. Aquest coeficient té en compte distàncies entre captadors, possibles separacions respecte del mur perimetral, etc.
- ✓ La superfície final de solar tèrmica (ST) s'obté de la superfície útil per un factor multiplicador de 0,7.
- ✓ L'energia generada es calcula mitjançant la superfície de ST i amb un coeficient mitjà multiplicador de 800 kWh/any.
- ✓ L'estimació de cobertura ACS del conjunt d'habitatges de l'escala s'ha calculat mitjançant l'energia generada i el valor de consum total de l'edifici.
- ✓ El consum de l'edifici s'ha calculat en funció del nombre de plantes amb un valor mitjà d'ocupació de 3 pisos per planta.
- ✓ El consum tèrmic d'un habitatge tipus que s'ha de cobrir amb ST s'ha considerat de 1.300 kWh
- ✓ L'estalvi d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle s'ha calculat a partir de l'estalvi i amb un factor d'emissions de 0,2031 kgCO₂eq/kWh.
- ✓ El cost d'inversió s'ha estimat en 600 €/m².
- ✓ El cost de manteniment s'ha estimat en 45 €/m² per any.
- ✓ L'estalvi econòmic estimat s'ha calculat partint del preu del gas i suposo un estalvi de 0,056 €/any.

Mapa de recursos

4. Mapa solar fotovoltaic (1/4)

El mapa solar s'ha elaborat mitjançant un vol *LIDAR* que permet disposar del model de superfície de la ciutat. A partir d'això i encreuant amb el model de radiació global per Barcelona i les parcel·les, s'obté un primer potencial de ciutat, considerant uns determinats elements de generació amb una eficiència mitjana. Finalment, de cara a la publicació web, s'ha encreuat novament la informació disponible amb el parcel·lari tot eliminat les parcel·les o cobertes molt petites.





Mapa de recursos

4. Mapa solar fotovoltaic (2/4)

El potencial de generació de fotovoltaica obtingut mitjançant el primer mapa, és en l'àmbit de ciutat:

Si es considera la **instal·lació de panells solars fotovoltaics a la superfície disponible amb una millor disposició** per aprofitar la radiació disponible (la tipologia molt bona), es podria generar mitjançant la instal·lació solar fotovoltaica **un total de 660 GWh/any*** d'electricitat.

Aquesta energia equivaldria al consum de 300.000 habitatges de 80 m².

**Cal tenir en compte que els potencials de solar tèrmica i fotovoltaica no es poden sumar, ja que els potencials estan calculats, en tots dos casos, considerant tota la superfície disponible de cobertes.*

Idoneïtat	PV-Mòdul -Àrea en m ²	Nombre d'edificis	Quantitat d'energia en kWh/a (Eficiència de mòdul 15%)
> 20m ²			
Molt bona	2.648.477	30.777	558.444.887
Bona	1.575.238	10.970	296.863.181
>50 m ²			
Molt bona	1.905.198	10.641	401.314.890
Bona	1.299.003	4620	245.801.575
>100 m ²			
Molt bona	1.415.741	4.435	297.969.341
Bona	1.072.364	2.334	203.462.162
>250 m ²			
Molt bona	876.095	1.244	184.167.561
Bona	676.948	777	129.040.759
>500 m ²			
Molt bona	559.478	419	117.535.934
Bona	366.788	225	70.441.058



Mapa de recursos

4. Mapa solar fotovoltaic (3/4)

En la elaboració del mapa web que hi ha actualment s'han utilitzat diferents hipòtesis de càlcul:

S'ha treballat només amb les superfícies: “Molt bona”, “Bona”, “Moderada”. Cadascuna d'aquestes àrees implica una superfície de màxima insolació.

- Molt bona: 95%-100% de la superfície té insolació contínua
- Bona: 80-94% de la superfície té insolació contínua
- Moderada: 70-79% de la superfície té insolació contínua

Mitjançant un codi de colors es pot disposar d'una idea ràpida del potencial de la coberta en concret que ens interessa. Tot i així, el mapa mostra altres dades si es clica sobre la parcel·la específica que es vulgui conèixer.

La informació que s'obté del mapa per a cadascuna de les parcel·les és:

- Dades de recurs
 - ✓ Radiació solar incident
 - ✓ Superfície coberta amb aïllament [m2]
- Dades de Rendiment

✓ Superfície útil [m2]	✓ Estalvi emissions gasos efecte hivernacle [kgCO2eq/any]
✓ Potència instal·lable [kW]	✓ Inversió estimada [€]
✓ Energia elèctrica generada [kWh/any]	✓ Cost manteniment estimat [€/any]
✓ Equivalència consum zones comuns de l'edifici [%]	✓ Estalvi econòmic estimat [€/any]



Mapa de recursos

4. Mapa solar fotovoltaic (4/4)

En els càlculs per parcel·la s'han considerat les hipòtesis de càlcul següents:

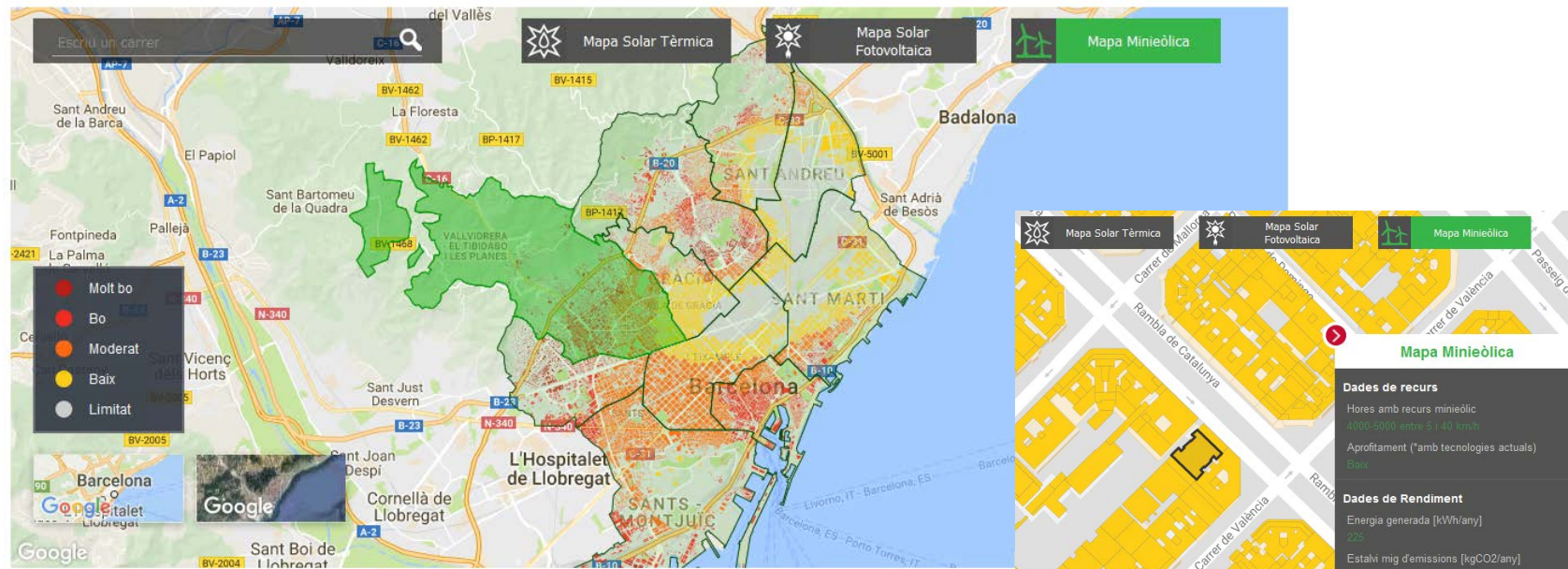
- ✓ La superfície útil de generació per a cada parcel·la, independentment de la categoria, es pren com a valor mitjà, per tant, es considera un 85% del valor del mapa
- ✓ La potència instal·lable s'obté a partir d'un coeficient d'ocupació del 70% de la superfície útil (el 70% cobreix la distància entre plaques per evitar ombres).
- ✓ El mòdul utilitzat en la simulació és de 270 W i de 2 m²
- ✓ L'energia generada es calcula en termes mitjans i amb un valor de 1.250 kWh/kWp·any.
- ✓ Per al càlcul d'equivalències a la llar s'ha considerat un valor total de 2.300 kWh elèctrics per habitatge.
- ✓ El càlcul de les zones comunes s'ha considerat partint de l'alçària de l'edifici.
- ✓ L'estalvi d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle s'ha calculat d'acord amb el desplaçament de cicles combinats; això equival a un valor concret de 0,360 kgCO₂eq/any
- ✓ En l'estimació del preu s'ha considerat un valor de 3,5 €/kWp
- ✓ L'estimació del cost de manteniment és de 30 €/kWp·any
- ✓ L'estalvi econòmic estimat es preveu de 0,12 €/kWh.



Mapa de recursos

5. Mapa minieòlic (1/2)

El vent és un altre dels recursos presents a la ciutat en forma de petites ràfegues de vent, aprofitable en algunes zones amb turbines minieòliques lleugeres, petites instal·lacions que permetin aprofitar els vents a poca velocitat. El mapa de recurs minieòlic s'ha fet a partir de les dades empíriques de diferents estacions que hi ha a la ciutat, de professionals i aficionats. Aquesta informació, juntament amb l'orografia de la ciutat, ha permès generar un mapa on es detecten potencials generals. Cal destacar que el mapa no té en compte possibles apantallaments entre edificis.





Mapa de recursos

5. Mapa minieòlic (2/2)

Les instal·lacions minieòliques es poden combinar amb instal·lacions fotovoltaïques.

Un primer valor de potencial suposaria en el cas de minieòlica en coberta (no híbrida amb fotovoltaica) i considerant les zones de màxim recurs (d'entre 7.000 i 8.000 hores de vent anuals) i la tecnologia actual una **producció de 144.000 kWh/any**. Aquesta energia equival al consum elèctric de 70 habitatges. Cal preveure que aquest tipus de tecnologia evolucioni significativament els anys vinents.

Les consideracions pel que fa al càlcul són:

- ✓ En el mapa de minieòlica es faciliten menys dades que en els mapes de solar, ja que no es disposa d'informació tan exhaustiva.
- ✓ En funció de la zona s'ha calculat el valor mitjà d'energia que es podria obtenir amb un molí tipus d'1 kW de potència.
- ✓ L'energia obtinguda depèn del règim de vents estimats a la zona on està l'edifici en qüestió, però no s'han considerat possibles apantallaments entre finques.
- ✓ L'estalvi d'emissions s'ha calculat partint del desplaçament d'energia provinent de centrals de cicle combinat, és a dir, s'ha considerat un valor d'estalvi de 0,360 kgCO₂eq/any.

Mapa de recursos

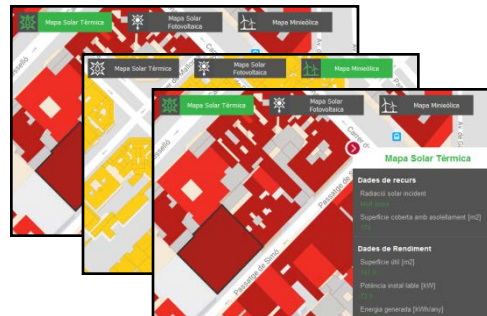
6. Potencial total de generació

Més enllà de treballar amb les cobertes que tenen un potencial molt bo es pot treballar també amb instal·lacions que tenen un potencial bo i moderat.

Així doncs, el mapa proporciona una superfície **de captació total de 7.899.532 m²**, tenint en compte que s'han considerat com a possibles camps de generació les cobertes amb radiació disponible (potencial òptim, bo i moderat).

En xifres de generació, el resultat de **potencial màxim** és per a cada cas de l'ordre de:

- ✓ Potencial de generació elèctrica: 1.195 GWh/any → Equival al consum elèctric del 50% del sector domèstic
- ✓ Potencial de generació tèrmica: 5.495 GWh/any → Equival al consum d'aigua calenta de 4.000 piscines Picornell



Considerant que l'energia solar tèrmica i solar fotovoltaica no poden sumar-se perquè totes dues entren a ocupar un mateix espai, el potencial màxim considerat de ciutat és de l'ordre de 5.500 GWh/any



Mapa de recursos

7. És molt o poc el potencial renovable de la ciutat de Barcelona?

>> Què consumeix una llar a Barcelona?

El **consum d'una llar és d'uns 5.500 kWh a l'any**. Del total de consum d'energia del sector residencial, de l'ordre d'un 45% és elèctric i de l'ordre d'un 55% és tèrmic, és a dir:

Consum mitjà elèctric d'una llar: $2.300 \text{ kWh}_{\text{elèctric}}/\text{hab}\cdot\text{any}$

Consum mitjà tèrmic d'una llar: $3.200 \text{ kWh}_{\text{tèrmic}}/\text{hab}\cdot\text{any}$

A Barcelona hi ha uns 810.000 habitatges que, amb el consum total esmentat de 5.500 kWh a l'any per habitatge, suposa una demanda d'uns 4.500 GWh/any.

>> Quanta energia produeix una central nuclear?

La central nuclear d'Ascó té una potència instantània d'uns 1.000 MWh i produeix una energia a l'any de 8.000.000.000 kWh, és a dir, 8.000 GWh/any.

El potencial màxim de generació global en coberta és de 5.500 GWh/any.

Aquesta energia permetria cobrir el 100% del consum energètic residencial o, dit d'una altra manera, es podria apagar de l'ordre d'un 70% del temps una central nuclear com la d'Ascó.



**Ajuntament
de Barcelona**

B